

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

สถิติที่ใช้ในงานวิจัยนั้นได้รับการพัฒนามาเพื่อใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ต่างๆ กัน เพื่อให้ผลลัพธ์ที่เชื่อถือได้ในการหาข้อสรุปไปยังประชากร ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้วิจัยต้องรู้จักเลือกใช้ให้เหมาะสมกับคุณลักษณะข้อมูล โดยเฉพาะสถิติทดสอบ (Test statistics) ความแตกต่างระหว่างกลุ่มประชากรซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันมากในงานวิจัย

โดยสถิติทดสอบที่ผู้วิจัยสนใจในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ สถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 3, 4 และ 5 กลุ่ม เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติและไม่ได้มีการแจกแจงปกติ ขนาดตัวอย่างเล็กและใหญ่ ขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน ซึ่งผลสรุปจากการศึกษาสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของประชากรในด้านอื่นๆ ตัวอย่างเช่น ในการศึกษาเพื่อต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป สถิติทดสอบที่ผู้วิจัยมักเลือกใช้ทดสอบสมมติฐานคือ สถิติทดสอบเอฟ (F-test) ภายใต้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) มีข้อตกลงเบื้องต้นว่าตัวอย่างต้องถูกสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ แต่ละประชากรต้องเป็นอิสระต่อกันและมีความแปรปรวนเท่ากัน ในทางปฏิบัติเราไม่อาจแน่ใจว่าข้อมูลที่ถูกรวบรวมจะเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนหรือไม่ และมีบ่อยครั้งพบว่าลักษณะของข้อมูลไม่ตรงกับข้อกำหนดข้อใดข้อหนึ่งหรือหลายข้อ ซึ่งจะทำให้ระดับนัยสำคัญและความไว (Sensitivity) ของสถิติทดสอบเปลี่ยนแปลงไป

ดังนั้นก่อนที่จะวิเคราะห์ความแปรปรวน เราจำเป็นต้องจะต้องทดสอบว่าแต่ละประชากรมีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อให้ผลทดสอบที่ได้เป็นความแตกต่างของค่าเฉลี่ยประชากรจริง ๆ ถ้าไม่มีข้อตกลงเบื้องต้นข้อนี้ผลการทดสอบอาจเป็นผลจากความแตกต่างของความแปรปรวนของข้อมูลก็ได้ ซึ่งถ้าหากไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเบื้องต้นเกี่ยวกับความเท่ากันของความแปรปรวนในกรณีขนาดประชากรเท่ากันและความแปรปรวนแตกต่างกันเล็กน้อย สถิติทดสอบเอฟจะยังมีความแกร่ง (Robust) ต่อลักษณะที่ไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเท่ากันของความแปรปรวน แต่ถ้าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันค่อนข้างมากจะมีผลกระทบต่อระดับนัยสำคัญของการทดสอบ ในขณะที่เดียวกันความคลาดเคลื่อนของการทดสอบที่มีการแจกแจงไม่เป็นปกติ เช่น เบ้ไปข้างใดข้างหนึ่งจะมีผลทำให้ความแปรปรวนไม่เท่ากันซึ่งส่งผลกระทบต่อการมีนัยสำคัญทางสถิติ

สถิติทดสอบบาร์ตเล็ตใช้ทดสอบสมมติฐานว่าตัวอย่างสุ่มมาจากประชากรที่มีค่าความแปรปรวนแตกต่างกันหรือไม่ โดยมีข้อจำกัดว่าตัวอย่างต้องสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ วิธีนี้มีความไวถ้าประชากรไม่ได้มีการแจกแจงปกติ (Box, G. E. P. : 1953, Manoukian, E. B. et al. : 1986) ถึงกระนั้นก็มีผู้ที่นำสถิติทดสอบบาร์ตเล็ตไปใช้อย่างกว้างขวาง แม้ว่าตัวอย่างจะไม่ได้ถูกสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ Lim, T. S. and Loh, W. Y. (1996) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยใช้ข้อมูลจากการจำลองให้มีตัวอย่างขนาดเล็กถึงขนาดปานกลาง จากการเปรียบเทียบความแกร่งและกำลังการทดสอบของสถิติทดสอบเลวินกับบาร์ตเล็ต ในกรณีที่มีการปรับค่าความโค้งและไม่ได้ปรับค่าความโค้ง Box-

Anderson และ Jackknife ซึ่งประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้ Bootstrap และไม่ใช่ Bootstrap พบว่าเลวินซึ่งประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี Bootstrap ให้กำลังการทดสอบมากที่สุด ส่วน Carroll and Schneider (1985) อธิบายการเปรียบเทียบ Brown and Forsythe ของสถิติทดสอบเลวินดั้งเดิมกับการดัดแปลง 2 วิธี สถิติทดสอบเลวินดั้งเดิมใช้ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง ส่วนสถิติทดสอบเลวินดัดแปลง ใช้ค่ามัธยฐานและค่าเฉลี่ยดัดแปลง การศึกษามอนติคาร์โลพบว่าค่ามัธยฐานและค่าเฉลี่ย ดัดแปลงดีกว่าสถิติทดสอบดั้งเดิมเมื่อละเมิดข้อตกลงเบื้องต้นของความเท่ากันของความแปรปรวน นอกจากนี้ Overall and Woodward (1976) เสนอสถิติทดสอบ modified Z-variance พวกเขาทำการเปรียบเทียบความแกร่งและกำลังการทดสอบของสถิติทดสอบ modified Z-variance กับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนอีก 4 วิธี คือ Z-variance unmodified, Wilson-Hilferty, Bartlett และ Box โดยใช้วิธีมอนติคาร์โล Overall and Woodward (1976) พบว่าสถิติทดสอบ modified Z-variance ดีกว่าสถิติทดสอบอื่น ๆ ส่วน Nguyen, D. T. et. al. (2014) ได้ทำวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ความแปรปรวน-ความเท่ากันของความแปรปรวน : SAS มาโครสำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนในตัวแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว ผลการศึกษาพบว่าสถิติทดสอบเลวินที่มีเศษตกค้างกำลังสอง, Brown-Forsythe, O'Brien, Ramsey's conditional procedure และ Bootstrap Brown-Forsythe สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ สถิติทดสอบ O'Brien มีกำลังการทดสอบน้อยกว่าวิธีอื่นเล็กน้อย ส่วน Bootstrap Brown-Forsythe มีกำลังการทดสอบมากกว่าวิธีอื่นเล็กน้อย ขนาดตัวอย่างและรูปร่างของประชากรมีอิทธิพลต่อความผิดพลาดแบบที่ 1 มากที่สุด โดยสรุปสถิติทดสอบ O'Brien และ Ramsey มีความแกร่งมากที่สุด และ Lee, H. B. et. al. (2010) ได้ทำวิจัยเรื่องการศึกษามอนติคาร์โลของการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน 7 วิธี ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแกร่งและกำลังการทดสอบ โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo) สถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนที่ใช้คือ เลวิน (Levene), เลวินปรับปรุง (modified Levene), Z-variance, Overall-Woodward Modified Z-variance, โอบริน (O'Brien), Samiuddin Cube Root และ F-Max ใช้การแจกแจงที่มีรูปร่างต่าง ๆ กัน คือ ปกติ การแจกแจงโต่งน้อย การแจกแจงโต่งมาก การแจกแจงเบ้ปานกลาง และการแจกแจงเบ้มาก ผลจากการศึกษาพบว่าสถิติทดสอบเลวินดีที่สุดหรือไม่ก็แย่ที่สุดในการทดสอบความแกร่งและกำลังการทดสอบ สถิติทดสอบเลวินปรับปรุงมีความแกร่งอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทดสอบอื่น ๆ แต่มีกำลังการทดสอบต่ำกว่าวิธีการทดสอบอื่น ๆ สถิติทดสอบ Samiuddin ดีที่สุดในการทดสอบความแกร่งและกำลังการทดสอบเมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ ผลของการศึกษานี้ยังพบข้อดีและข้อเสียของการทดสอบทั้ง 7 วิธี ข้อแนะนำคือ ไม่มีสถิติทดสอบใดสถิติทดสอบหนึ่งที่ดีกว่าสถิติทดสอบอื่น ๆ ในการทดสอบความแกร่งและกำลังการทดสอบ

เนื่องจากไม่มีผลสรุปที่แน่ชัดในการเลือกใช้สถิติทดสอบทั้ง 10 วิธี ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงให้ความสนใจในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพความเท่ากันของความแปรปรวนประชากรหลายกลุ่ม เช่น 3, 4 และ 5 กลุ่ม โดยใช้ 6 วิธี คือ บาร์ตเลตต์ (Bartlett) เลห์แมน (Lehmann) เลวิน (Levene) บราวน์-ฟอร์สตี (Brown-Forsythe) โอบริน (O'Brien) และจี (G) โดยใช้วิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo) พิจารณาจากความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (probability of type I error) ความแกร่ง (robustness) และกำลังการทดสอบ (power

of a test) เพื่อหาวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดไปใช้ทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนประชากรหลายกลุ่มต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 3, 4 และ 5 กลุ่ม

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และความแกร่งของสถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 3, 4 และ 5 กลุ่ม

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของสถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 3, 4 และ 5 กลุ่ม

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพความเท่ากันของความแปรปรวนประชากรหลายกลุ่ม โดยผู้วิจัยสนใจศึกษาการเปรียบเทียบความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 3, 4 และ 5 กลุ่ม โดยใช้ขนาดตัวอย่าง 10, 30, 50, 70 และ 100 หน่วยตัวอย่าง ทั้งในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงปกติที่มีการแจกแจงโด่งมาก (leptokurtic) คือ  $N(0, 16)$  และการแจกแจงโด่งน้อย (platykurtic) คือ  $N(0, 64)$  และประชากรไม่ได้มีการแจกแจงปกติ ได้แก่ การแจกแจงแกมมาที่มีการแจกแจงเบ้มาก (highly skewed) คือ  $\Gamma(16,1)$  และการแจกแจงเบ้น้อย (little skewed) คือ  $\Gamma(64,1)$  การแจกแจงโคกำลังสองที่มีการแจกแจงเบ้มากคือ  $\Gamma(4,2)$  และการแจกแจงเบ้น้อยคือ  $\Gamma(20,2)$  โดยใช้ 6 วิธี คือ บาร์ตเลตต์ (Bartlett) เลห์แมน (lehmann) เลวิน (Levene) บราวน์-ฟอร์ลิตี (Brown-Forsythe) โอบริน (O'Brien) และจี (G) ในการเปรียบเทียบสถิติทดสอบจะพิจารณาจากความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (probability of type I error) ความแกร่ง (robustness) และกำลังการทดสอบ (power of the test) เพื่อหาวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดไปใช้ทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนประชากรหลายกลุ่มต่อไป

1.3.1 ศึกษาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 6 วิธี

1.3.2 ศึกษาประชากรที่มีการแจกแจงต่าง ๆ ดังนี้

1.3.2.1 การแจกแจงปกติ (Normal distribution) มีพารามิเตอร์เป็น  $\mu$  และ  $\sigma^2$  โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นดังนี้

$$f(x; \mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}; \quad -\infty < x < \infty, \quad -\infty < \mu < \infty, \quad \sigma^2 > 0$$

การแจกแจงปกติ กำหนดค่าพารามิเตอร์  $(\mu, \sigma^2)$  ซึ่งมีความโด่งมากคือ  $(0, 16)$  และมีความโด่งน้อยคือ  $(0, 64)$

1.3.2.2 การแจกแจงแกมมา (Gamma distribution) โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นดังนี้

$$f(x; \alpha, \beta) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \quad ; \quad -\infty < x < \infty, \alpha > 0, \beta > 0$$

การแจกแจงแกมมา กำหนดค่าพารามิเตอร์  $(\alpha, \beta)$  ซึ่งมีความเข้มมากคือ  $(16, 1)$  และมีความเบ้เล็กน้อยคือ  $(64, 1)$

1.3.2.3 การแจกแจงไคกำลังสอง (Chi-square Distribution) ที่มีองศาแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ  $v$  ซึ่งเป็นจำนวนบวก โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(x; v) = \frac{1}{2^{\frac{v}{2}} \Gamma\left(\frac{v}{2}\right)} x^{\frac{v}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}} \quad ; \quad -\infty < x < \infty, v > 0$$

คือ การแจกแจงแกมมา เมื่อ  $\alpha = \frac{v}{2}$  และ  $\beta = 2$

การแจกแจงแกมมาที่มีค่าพารามิเตอร์  $(\alpha, \beta) = (4, 2)$  ซึ่งมีความเข้มมาก และ  $(20, 2)$  ซึ่งมีความเบ้เล็กน้อย คือการแจกแจงไคกำลังสอง (Chi-square distribution) ที่มีค่าพารามิเตอร์  $v = 8$  และ  $40$  ตามลำดับ

1.3.3 กำหนดจำนวนประชากรเท่ากับ 3, 4 และ 5 กลุ่ม โดยศึกษาในกรณีที่ขนาดตัวอย่างสุ่มจากแต่ละประชากรเท่ากันและไม่เท่ากัน ดังนี้

ลักษณะ	จำนวนกลุ่ม	รายละเอียด
ขนาดเท่ากัน	3	(10,10,10), (30,30,30), (50,50,50), (70,70,70), (100,100,100)
	4	(10,10,10,10), (30,30,30,30), (50,50,50,50), (70,70,70,70), (100,100,100,100)
	5	(10,10,10,10,10), (30,30,30,30,30), (50,50,50,50,50), (70,70,70,70,70), (100,100,100,100,100)
ขนาดไม่เท่ากัน	3	(5,10,15), (25,30,35), (45,50,55), (65,70,75), (95,100,105)
	4	(5,10,15,20), (25,30,35,40), (45,50,55,60), (65,70,75,80), (95,100,105,110)
	5	(5,10,15,20,25), (25,30,35,40,45), (45,50,55,60,65), (65,70,75,80,85), (95,100,105,110,115)

1.3.4 กำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (Noncentrality Parameter :  $\phi$ ) เป็นเกณฑ์วัดความแตกต่างของความแปรปรวนของประชากร (Game, P. A, Winkler, H. B. and Probert, D. A., 1972)

$$\text{โดยที่} \quad \phi = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (\sigma_i^2 - \sigma^2)^2 / k}{\sigma_1^2}}$$

เมื่อ  $\sigma_1^2$  คือ ค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีค่าต่ำที่สุด

$\sigma_i^2$  คือ ค่าความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่  $i$  โดยที่  $i = 1, 2, \dots, k$

$\sigma^2$  คือ ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนของประชากรทั้ง  $k$  กลุ่ม  
 $k$  คือ จำนวนกลุ่มประชากร ในที่นี้  $k = 3, 4, 5$

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	จำนวนกลุ่ม	ความแปรปรวนแต่ละกลุ่ม	$\phi$
มีความแตกต่างกันน้อย ( $0 < \phi < 1.5$ )	3	16 : 18 : 20	0.4082
	3	16 : 20 : 24	0.8165
	4	16 : 18 : 20 : 22	0.5590
	4	16 : 20 : 24 : 28	1.1180
	5	16 : 18 : 20 : 22 : 24	0.7071
	5	16 : 20 : 24 : 28 : 32	1.4142
มีความแตกต่างกันปานกลาง ( $1.5 \leq \phi < 3$ )	3	16 : 26 : 36	2.0412
	3	16 : 28 : 40	2.4495
	4	16 : 22 : 28 : 34	1.6771
	4	16 : 24 : 32 : 40	2.2361
	5	16 : 22 : 28 : 34 : 40	2.1213
	5	16 : 24 : 32 : 40 : 48	2.8284
มีความแตกต่างกันมาก ( $\phi \geq 3$ )	3	16 : 34 : 52	3.6742
	3	16 : 52 : 88	7.3485
	4	16 : 30 : 44 : 58	3.9131
	4	16 : 36 : 56 : 76	5.5902
	5	16 : 30 : 44 : 58 : 72	4.9497
	5	16 : 36 : 56 : 76 : 96	7.0711

1.3.5 กำหนดระดับนัยสำคัญ ( $\alpha$ ) 3 ระดับ คือ 0.01, 0.05 และ 0.10

1.3.6 โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ทั้งหมดเขียนด้วยโปรแกรม R version 3.2.2 ซึ่งทำการทดลองซ้ำ 5,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.4.1 ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยวิธีการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรหลายกลุ่ม

1.4.2 เพื่อให้เลือกใช้วิธีการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรหลายกลุ่มได้อย่างเหมาะสมกับขนาดตัวอย่างตามขอบเขตการวิจัย

1.4.3 ทำให้เลือกใช้วิธีการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรหลายกลุ่มได้อย่างเหมาะสมกับแต่ละการแจกแจงของประชากร

#### 1.5 นิยามคำศัพท์

1.5.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Probability of type I error) หมายถึงความน่าจะเป็นที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริง

1.5.2 ความแกร่ง (Robustness) หมายถึง สถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และมีค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 น้อยที่สุด

1.5.3 กำลังการทดสอบ (Power of a test) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักเป็นเท็จ

1.5.4 พารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (Noncentrality Parameter :  $\phi$ ) หมายถึง เกณฑ์วัดความแตกต่างของความแปรปรวนของประชากร

## 1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.6.1 จำลองข้อมูลของประชากรที่ใช้ในการวิจัยโดยโปรแกรม R ให้ข้อมูลมีความแปรปรวนของประชากรทั้ง 3, 4 และ 5 กลุ่มเท่ากัน โดยมีการแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงไคกำลังสอง โดยมีค่าพารามิเตอร์และขนาดตัวอย่างเป็นไปตามขอบเขตการวิจัย

1.6.2 ทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร โดยคำนวณค่าสถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 3, 4 และ 5 กลุ่ม จำนวน 6 ตัว คือ สถิติทดสอบบาร์ตเล็ตต์ สถิติทดสอบเลห์แมน สถิติทดสอบเลวิน สถิติทดสอบบราวน์-ฟอร์สตี สถิติทดสอบโอปรีน และสถิติทดสอบจี และบันทึกจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริง ทำซ้ำจนครบ 5,000 ครั้ง

1.6.3 หาค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของแต่ละสถิติทดสอบ โดยนำจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริงหารด้วย 5,000

1.6.4 ทำการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของสถิติทดสอบกับเกณฑ์ของ Bradley, J.V, (1978) ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง  $[0.5\alpha, 1.5\alpha]$  สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha$  กล่าวคือถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 อยู่ในช่วง  $[0.005, 0.015]$ ,  $[0.025, 0.075]$  และ  $[0.05, 0.15]$  สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.1 ตามลำดับ จะสรุปได้ว่าสถิติทดสอบนั้นควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

1.6.5 หาความแกร่งมากที่สุด โดยพิจารณาจากสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และมีค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 น้อยที่สุด

1.6.6 จำลองข้อมูลของประชากรที่ใช้ในการวิจัยโดยโปรแกรม R ให้ข้อมูลมีความแปรปรวนของประชากรทั้ง 3, 4 และ 5 กลุ่มไม่เท่ากัน โดยมีการแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงไคกำลังสอง โดยมีค่าพารามิเตอร์และขนาดตัวอย่างเป็นไปตามขอบเขตการวิจัย

1.6.7 ทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร โดยคำนวณค่าสถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 3, 4 และ 5 กลุ่ม จำนวน 6 ตัว คือ สถิติทดสอบบาร์ตเล็ตต์ สถิติทดสอบเลห์แมน สถิติทดสอบเลวิน สถิติทดสอบบราวน์-ฟอร์สตี สถิติทดสอบโอปรีนและสถิติทดสอบจี และบันทึกจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักเป็นเท็จ ทำซ้ำจนครบ 5,000 ครั้ง

1.6.8 หาค่ากำลังการทดสอบของแต่ละสถิติทดสอบ โดยนำจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักเป็นเท็จหารด้วย 5,000

1.6.9 เปรียบเทียบกำลังการทดสอบของสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ โดยสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเป็นวิธีทดสอบที่ดีที่สุด